

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-142593

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/136

(21)Application number : 08-347696

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.12.1996

(72)Inventor : KAWADA YASUSHI
YAMAGUCHI HAJIME
YAMAGUCHI TAKASHI
MORI MIKI
MIZUTANI YOSHIHISA
SHIMIZU SEISABURO

(30)Priority

Priority number : 07341186

Priority date : 27.12.1995

Priority country : JP

08 60615

18.03.1996

08238894

10.09.1996

JP

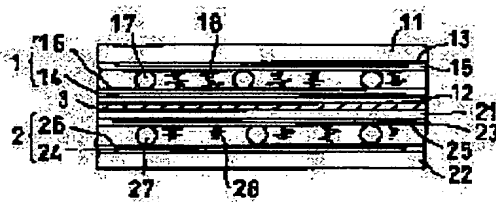
JP

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an element which has high reflectivity by including two liquid crystal layers which consist of materials having the same twist direction and selectively reflecting the circularly polarized light in the same direction and a sepn. layer which has optical rotating power, thereby enhancing the utilization efficiency of light.

SOLUTION: This liquid crystal display element consists of a first cell 1 and a second cell 2 and a separating member 3 interposed between the first cell 1 and the second cell 2. The first cell 1 is manufactured by injecting a liquid crystal material 18 having a clockwise twisting structure between transparent substrates 11 and 12 formed with electrode layers 13, 14 consisting of conductive materials, such as ITO and Al, and semiconductor materials. Similarly, the second cell 2 is manufactured by injecting a liquid crystal material 28 having a counterclockwise twisting structure between the transparent substrates 21 and 22. A layer formed by holding a glass layer having no optical rotating power or refractive index matching oil (matching oil) with the transparent substrates, etc., are usable for the separating member 3. More particularly the layer consisting of the refractive index matching oil is more preferable as this layer prevents the reflection, etc., between the transparent substrates 12 and 21 holding this layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 1 4 2 5 9 3

(43) 公開日 平成10年(1998)5月29日

(51) Int. Cl.⁶
G 0 2 F 1/1335
1/136 5 0 0

F I
G 0 2 F 1/1335
1/136 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 7 O L

(全 1 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-347696

(22) 出願日 平成8年(1996)12月26日

(31) 優先権主張番号 特願平7-341186

(32) 優先日 平7(1995)12月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-60615

(32) 優先日 平8(1996)3月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-238894

(32) 優先日 平8(1996)9月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 川田 靖

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 山口 一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 山口 剛史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 外川 英明

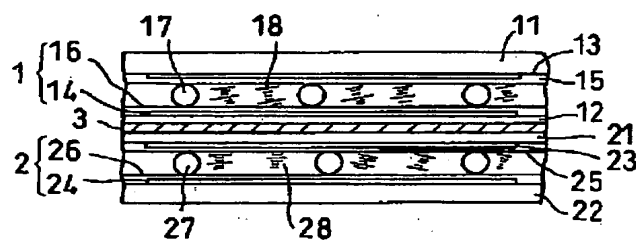
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、反射率およびコントラストが高く、表示性や視認性に優れた液晶表示素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材とを具備する。前記第1及び第2の液晶層は、それぞれ同じ捻じれ方向を有し、旋光性を有している液晶材料からなり、前記分離層は旋光性を有することを特徴とする反射型液晶表示素子。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第 1 の液晶層と、この第 1 の液晶層上に設けられた第 2 の液晶層と、この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第 1 及び第 2 の液晶層は、それぞれ同じ捻じれ方向を有し、同一方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記分離層は旋光性を有することを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 2】請求項 1 記載の反射型液晶表示素子において、前記第 1 及び第 2 の液晶層は捻じれピッチ p_1 、前記第 2 の液晶層は捻じれピッチ p_2 をそれぞれ有し、捻じれ方向が同一方向である液晶材料からなり、前記分離部材は、前記第 1 の液晶層中の液晶材料の平均屈折率 n_1 と前記捻じれピッチ p_1 とにより決定される選択反射波長中心値 $\lambda_1 = n_1 \cdot p_1$ を有する波長幅 $\Delta n \cdot p_1$ ($\Delta n = n_{e1} - n_{o1}$: n_{e1} は第 1 の液晶層の異常光成分の屈折率、 n_{o1} は第 1 の液晶層の常光成分の屈折率) の光の常光成分と異常光成分の位相をおおよそ半波長ずらす機能を有することを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 3】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第 1 の液晶層と、この第 1 の液晶層上に設けられた第 2 の液晶層と、この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第 1 及び第 2 の液晶層は、同じ捻じれ方向を有し、同一方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記第 1 の液晶層の液晶材料の選択反射中心波長 λ_1 と前記第 2 の液晶層の液晶材料の選択反射波長 λ_2 との差 $\Delta \lambda$ が $30 \text{ nm} < \Delta \lambda < 100 \text{ nm}$ であることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 4】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第 1 の液晶層と、この第 1 の液晶層上に設けられた第 2 の液晶層と、この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第 1 及び第 2 の液晶層は、異なる捻じれ方向を有し、異なる方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記第 1 の液晶層の液晶材料の選択反射中心波長 λ_1 と前記第 2 の液晶層の液晶材料の選択反射波長 λ_2 との差 $\Delta \lambda$ が $30 \text{ nm} < \Delta \lambda < 100 \text{ nm}$ であることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 5】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第 1 の液晶層と、この第 1 の液晶層上に設けられた第 2 の液晶層と、この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、

前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記分離部材は、 $1 \mu\text{m}$ 以下の厚さを有し、 $400 \text{ nm} \sim 650 \text{ nm}$ の波長を有する光を透過することができる材料で構成されていることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 6】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられたカイラルネマチック液晶材料からなる第 1 の液晶層と、

この第 1 の液晶層上に設けられたカイラルネマチック液晶からなる第 2 の液晶層と、

この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材と、この分離部材の前記第 1 の液晶層に対向する面に形成された第 1 の電極と、前記分離部材の前記第 2 の液晶層に対向する面に形成された第 2 の電極とを具備し、前記第 1 の電極と第 2 の電極は前記分離部材に設けられたスルーホールを介し電気的に接続され、前記画素電極及び対向電極間に電圧を印加することによって、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層を同時に駆動することを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 7】表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第 1 の液晶層と、

この第 1 の液晶層上に設けられた第 2 の液晶層と、この第 2 の液晶層上に形成された対向電極と、

前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層間に設けられ第 1 の液晶層と第 2 の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記分離部材は異方性導電特性を有しており、前記画素電極及び対向電極間に電圧を印加することによって、前記第 1 の液晶層及び第 2 の液晶層を同時に駆動することを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 8】前記第 1 及び第 2 の液晶層はカイラルネマチック液晶材料からなることを特徴とする請求項 7 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 9】前記カイラルネマチック液晶材料は、ネマチック液晶とコレステリック液晶を含むカイラル物質との混合液晶であり、この液晶の捻れ構造により 350 nm から 650 nm の波長の光を反射することを特徴とする請求項 6 或いは 8 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 10】前記第 1 の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向と前記第 2 の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向とが、同一方向であり、前記第 1 の液晶層と第 2 の液晶層間に第 2 の液晶層を透過してきた光の円偏光を逆向きに変える位相補償層を具備することを特徴とする請求項 7 或いは 8 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 11】前記位相補償層として前記第 1 の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の平均屈折率 n_1 と捻れ構造のピッチ p_1 により決定される選択反射波

10

20

30

40

50

長中心値 λ_1 を持つ波長幅 $\Delta n \cdot p_1$ ($\Delta n = n_{e1} - n_{o1}$; n_{e1} は第1の液晶層の異常光成分の屈折率、 n_{o1} は第1の液晶層の常光成分の屈折率)の光の常光成分と異常光成分の位相をおおよそ半波長だけずらすことが可能な光学フィルムを用いることを特徴とする請求項10記載の反射型液晶表示素子。

【請求項12】前記分離部材はガラス基板を張り合わせて形成され前記光学フィルムは、このガラス基板間に挟み込んで構成されていることを特徴とする請求項11記載の反射型液晶表示素子。

【請求項13】前記第1の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向と前記第2の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向とが、逆方向であり、前記分離部材は光学的に旋光性を示さないフィルム或いはガラスによって構成されていることを特徴とする請求項6、8或いは9記載の反射型液晶表示素子。

【請求項14】前記分離部材に形成された第1及び第2の電極は、各画素毎に形成され、互いに他の画素と電気的に独立し電荷の出入りが無い浮遊状態であることを特徴とする請求項6、7、8、9、10、11、12或いは13記載の反射型液晶表示素子。

【請求項15】前記第1及び第2の電極の表面積がそれぞれ同じ或いは異なることを特徴とする請求項6、7、8、9、10、11、12、13或いは14記載の反射型液晶表示素子。

【請求項16】前記第1の電極の表面積よりも前記第2の電極の表面積の方が大きいことを特徴とする請求項15記載の反射型液晶表示素子。

【請求項17】前記第1の液晶層のカイラルネマチック液晶材料の選択反射中心波長 λ_1 と前記第2の液晶層のカイラルネマチック液晶材料の選択反射中心波長 λ_2 との差 $\Delta\lambda$ が $30\text{ nm} < \Delta\lambda < 100\text{ nm}$ を満たすことを特徴とする請求項6、8、9、10、11、12、13、14、15或いは16記載の反射型液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に液晶表示素子は、一定距離を隔て対向して配置した一対の基板と、この基板の互に対向する面に設けられた電極と、この基板間に配向膜を介して封入された液晶材料とにより構成されている。この液晶表示素子では、対向する電極間に電圧を印加することによって液晶の光学的特性を制御している。

【0003】特に近年では、基板上の電極を画素毎に分け、画素毎に薄膜トランジスタ(TFT、Thin Film Transistor)等のスイッチング素子を設けて画素電極に電圧の印加を行うアクティブマトリックス型液晶表示素子

が開発され実用化されている。

【0004】このような液晶表示素子のうち、液晶材料の光学的性質の変化を利用し偏光板を用いて、明状態と暗状態を切り替えるツイストネマチック素子、SSFLC、AFLCとよばれるものがある。しかしながらこのような表示モードを有する液晶表示素子は、偏光板を必須構成として用いるために、その光利用効率も最大でも50%程度にすぎない。

【0005】液晶材料の複雑な捻れ構造により特定の波長を有する光を選択的に反射するコレステリック液晶材料の選択反射モードと呼ばれる表示モードがGeorge H. Heilmeyer, Joel E. Goldmacher, (Appl. phys. Lett., 13(1968))らにより唱されている。このモードは、螺旋軸が素子基板面にほぼ垂直な配向状態であるプレーナー(Planar)構造状態における可視光領域以外の光波長の反射を伴う透明状態と、螺旋軸が基板面に対してほぼ平行なフォーカルコニック(Focal conic)構造状態における散乱(または弱散乱)状態を利用し、光スッチングを行うものである。

【0006】このモードは、プレーナー状態における可視光領域透明状態と、フォーカルコニック状態における弱散乱透過状態により表示を行うため、比較的コントラストが高い表示が可能であるが、プレーナー構造における反射効率は右あるいは左円偏光の特定波長領域のみを反射するために、反射率50%が限界値となる。このモードにおいて、反射率を50%以上にするために、右円偏光のみを選択反射する右旋光性高分子分散型コレステリック液晶(PDCLC)層と左円偏光のみを選択反射する左旋光性PDCLC層とを透明電極を形成した一組の基板の間に挟み込んだものがある(特開平7-287214)。本方式では、左右の円偏光を反射できるため事実上50%以上の反射率を期待できるが、高分子分散型構造のため、捻れ構造を形成するためのマトリクス状態の制御が微妙である。また、ポリマーとの混合状態を形成することにより駆動電圧の上昇を引き起こす。特に液晶材料の捻れ構造によりしきい値の高い材料では駆動上非常に大きな電圧を必要とするという問題点を抱えている。さらにこの方式では、透過時に若干の散乱を生じてしまうので、コントラスト向上にも限界を伴う、加えて駆動電圧も比較的高いという問題が残る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、その課題とするところは、光の利用効率を上げ、反射率の高い反射型液晶表示素子を提供することを目的とする。また本発明は、駆動電圧の低い反射型液晶表示素子を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明(請求項1)は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、こ

の第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第1及び第2の液晶層は、それぞれ同じ捻じれ方向を有し、同一方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記分離層は旋光性を有することを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。

【0009】また本発明（請求項2）は、前記第1及の液晶層は捻じれピッチ $p1$ 、前記第2の液晶層は捻じれピッチ $p2$ をそれぞれ有し、捻じれ方向が同一方向である液晶材料からなり、前記分離部材は、前記第1の液晶層中の液晶材料の平均屈折率 $n1$ と前記捻じれピッチ $p1$ とにより決定される選択反射波長中心値 $\lambda1 = n1 \cdot p1$ を有する波長幅 $\Delta n \cdot p1$ （ $\Delta n = n_{e1} - n_{o1}$ ： n_{e1} は第1の液晶層の異常光成分の屈折率、 n_{o1} は第1の液晶層の常光成分の屈折率）の光の常光成分と異常光成分の位相をおおよそ半波長ずらす機能を有することを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。また本発明（請求項3）は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第1及び第2の液晶層は、同じ捻じれ方向を有し、同一方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記第1の液晶層の液晶材料の選択反射中心波長 $\lambda1$ と前記第2の液晶層の液晶材料の選択反射波長 $\lambda2$ との差 $\Delta\lambda$ が

$$30\text{ nm} < \Delta\lambda < 100\text{ nm}$$

であることを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。

【0010】また本発明（請求項4）は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記第1及び第2の液晶層は、異なる捻じれ方向を有し、異なる方向の円偏光を選択反射する液晶材料からなり、前記第1の液晶層の液晶材料の選択反射中心波長 $\lambda1$ と前記第2の液晶層の液晶材料の選択反射波長 $\lambda2$ との差 $\Delta\lambda$ が

$$30\text{ nm} < \Delta\lambda < 100\text{ nm}$$

であることを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。また本発明（請求項5）は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と

第2の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記分離部材は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の厚さを有し、 $400\text{ nm} \sim 650\text{ nm}$ の波長を有する光を透過することができる材料で構成されていることを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。

【0011】また本発明（請求項6）は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられたカイラルネマチック液晶材料からなる第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられたカイラルネマチック液晶からなる第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材と、この分離部材の前記第1の液晶層に対向する面に形成された第1の電極と、前記分離部材の前記第2の液晶層に対向する面に形成された第2の電極とを具備し、前記第1の電極と第2の電極は前記分離部材に設けられたスルーホールを介し電気的に接続され、前記画素電極及び対向電極間に電圧を印加することによって、前記第1の液晶層及び第2の液晶層を同時に駆動することを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。

【0012】また本発明（請求項7）は、表面に画素電極が形成された基板と、この基板上に設けられた第1の液晶層と、この第1の液晶層上に設けられた第2の液晶層と、この第2の液晶層上に形成された対向電極と、前記第1の液晶層及び第2の液晶層間に設けられ第1の液晶層と第2の液晶層を分離する分離部材とを具備し、前記分離部材は異方性導電特性を有しており、前記画素電極及び対向電極間に電圧を印加することによって、前記第1の液晶層及び第2の液晶層を同時に駆動することを特徴とする反射型液晶表示素子を提供する。

【0013】また本発明（請求項8）は、前記第1及び第2の液晶層はカイラルネマチック液晶材料からなることを特徴とする請求項7記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0014】また本発明（請求項9）は、前記カイラルネマチック液晶材料は、ネマチック液晶とコレステリック液晶を含むカイラル物質との混合液晶であり、この液晶の捻れ構造により 350 nm から 650 nm の波長の光を反射することを特徴とする請求項6或いは8記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0015】また本発明（請求項10）は、前記第1の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向と前記第2の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向とが、同一方向であり、前記第1の液晶層と第2の液晶層間に第2の液晶層を透過してきた光の円偏光を逆向きに変える位相補償層を具備することを特徴とする請求項7或いは8記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0016】また本発明（請求項11）は、前記位相補償層として前記第1の液晶層を構成するカイラルネマチ

10

20

30

40

50

ック液晶材料の平均屈折率 n_1 と捻れ構造のピッチ p_1 により決定される選択反射波長中心値 λ_1 を持つ波長幅 $\Delta n_1 \cdot p_1$ ($\Delta n = n_{e1} - n_{o1}$: n_{e1} は第1の液晶層の異常光成分の屈折率、 n_{o1} は第1の液晶層の常光成分の屈折率)の光の常光成分と異常光成分の位相をおおよそ半波長だけずらすことが可能な光学フィルムを用いることを特徴とする請求項10記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0017】また本発明(請求項12)は、前記分離部材はガラス基板を張り合わせて形成され前記光学フィルムは、このガラス基板間に挟み込んで構成されていることを特徴とする請求項11記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0018】また本発明(請求項13)は、前記第1の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向と前記第2の液晶層を構成するカイラルネマチック液晶材料の捻れ方向とが、逆方向であり、前記分離部材は光学的に旋光性を示さないフィルム或いはガラスによって構成されていることを特徴とする請求項6、8或いは9記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0019】また本発明(請求項14)は、前記分離部材に形成された第1及び第2の電極は、各画素毎に形成され、互いに他の画素と電気的に独立し電荷の出入りが無い浮遊状態であることを特徴とする請求項6、7、8、9、10、11、12或いは13記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0020】また本発明(請求項15)は、前記第1及び第2の電極の表面積がそれぞれ同じ或いは異なることを特徴とする請求項6、7、8、9、10、11、12、13或いは14記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0021】また本発明(請求項16)は、前記第1の電極の表面積よりも前記第2の電極の表面積の方が大きいことを特徴とする請求項15記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0022】さらに本発明(請求項17)は、前記第1の液晶層のカイラルネマチック液晶材料の選択反射中心波長 λ_1 と前記第2の液晶層のカイラルネマチック液晶材料の選択反射中心波長 λ_2 との差 $\Delta\lambda$ が $30\text{ nm} < \Delta\lambda < 100\text{ nm}$ を満たすことを特徴とする請求項6、8、9、10、11、12、13、14、15或いは16記載の反射型液晶表示素子を提供する。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に本発明の望ましい実施の形態を示す。しかしここに挙げるものは本発明を説明するための実施例にすぎず、本発明は種々変更して用いることができる。本発明の液晶表示素子に用いられる液晶材料としては、コレステリック液晶とネマチック液晶の混合物であるカイラルネマチック液晶を主に用いることができる。また本発明に用いるカイラルネマチック液晶

は、ネマチック液晶にカイラル剤を好ましくは30%~50%入れることによって得られる。この時カイラル剤の自発ピッチによっては、30%以下のものも用いることができる。これらのカイラルネマチック液晶を用いることにより、350nm~650nmの波長の光を反射させることが可能となる。また、これらのカイラルネマチック液晶に1~3重量%の割合でパーフルオロアルキル化合物等を添加すると、選択反射波長幅を広げられる点において有効である。

10 【0024】本発明の液晶表示素子に用いられる基板材料としては、ガラス基板、透明樹脂基板、耐熱性樹脂基板等を挙げることができる。本発明の液晶表示素子において、スペーサとしては、基板面に散布する樹脂ボールを用いることができる。また、基板を組み合わせる際に、スペーサ同士が近接する恐れがなく、面内に均一に分散させることができるので、基板面に所定間隔で形成する絶縁体柱を用いることが好ましい。

20 【0025】本発明において、円偏光の選択反射は、具体的には、プレーナー構造における液晶材料の捻れ(ヘリカル)軸に平行に入射した光が右旋光と左旋光の2つの円偏光に分かれ、一方は光を透過し、他方はすべて反射することをいう。

【0026】ここで、円偏光の偏光方向を入射光に向けて定義すると、捻れ方向と同一の円偏光が選択的に散乱反射される。本発明において、第1のセル中の第1の液晶層と第2のセル中の第2の液晶層の捻れ方向が互いに異なる場合、例えば第1のセル中の第1の液晶層が右円偏光を反射し、第2のセル中の第2の液晶層が左円偏光を反射する場合には、第1のセルおよび第2のセル間に配置される分離部材は、効果的に反射を行えるように円偏光性を保存するために、旋光性を有しないことが好ましい。

30 【0027】本発明において、第1のセル中の第1の液晶層と第2のセル中の第2の液晶層の捻れ方向が等しい場合、例えば第1のセル中の第1および第2の液晶層がいずれも右円偏光を選択反射或いは左円偏光を選択反射する場合には、第1のセルおよび第2のセル間に配置される分離部材は、第1のセルを通過した後の光の円偏光性を右から左に或いは左から右に変換させるために、旋光性を有することが好ましい。

40 【0028】この場合、分離部材としては、第1の液晶層の平均屈折率 n_1 と捻れピッチ p_1 とにより決定される選択反射波長中心値 $\lambda_1 = n_1 \cdot p_1$ を有する波長幅 $\Delta n \cdot p_1$ ($\Delta n = n_{e1} - n_{o1}$: n_{e1} は第1の液晶層の異常光成分の屈折率、 n_{o1} は第1の液晶層の常光成分の屈折率)の光の常光成分と異常光成分の位相をおおよそ半波長ずらす機能を有する光学補償素子であることが好ましい。

50 【0029】さらに上述したいずれの場合でも、第1の液晶層の選択反射光のプロファイルと、第2の液晶層の

選択反射光のプロファイルは、互いに等しいよりもある範囲で異なる方が全体として白っぽい色の反射を期待でき反射率も向上する。

【0030】図19に第1の液晶の選択反射プロファイルAと第2の液晶の選択反射プロファイルBを重ね合わせた全体の反射特性の図を示す。図に示すように広い波長領域に渡って反射を期待するときには、各それぞれの液晶層の選択反射の中心波長を30nm～100nm程度異ならせることが好ましい。すなわち第1の液晶層の選択反射中心波長 λ_1 と第2の液晶層の選択反射中心波長 λ_2 との差 $\Delta\lambda$ を30nm< $\Delta\lambda$ <100nmにすることが好ましい。

【0031】これは選択 $\Delta\lambda$ が30nm以下だとある波長にピークが集中し例えば緑色っぽい反射光となるからである。また $\Delta\lambda$ が100nmを越えると、図に示すようにピークが分離し二つの色が混ざったような色になってしまうからである。そこで $\Delta\lambda$ の値を上記範囲にすることで、全体としては白っぽくかつ高い反射率を得ることができる。本発明において、分離部材に用いる薄膜の材料としては、液晶分子を浸透させないもしくは透過させず、液晶材料に対する溶解性を有しない電気絶縁性材料であることが好ましく、例えばポリイミド、ポリアミド、ポリアミク酸を用いる。また、旋光性を示す膜の材料としては、高分子液晶材料等の高屈折率材料またはそれと同等の屈折率を有する無機材料等を用いることができる。薄膜は柔軟性を具備することが好ましく、有機薄膜であることが好ましい。またガス絶縁性が高い材料が好ましく、有機薄膜上に無機絶縁材料の超薄膜コートを行うことが好ましい。特に、柔軟性を示す無機薄膜が理想的である。

【0032】薄膜の厚さは、2つの(上下)液晶層における視差を無くすために、1 μ m以下であることが好ましい。また上記材料からなり、前記厚さを有する薄膜は、400nm～650nmの波長を有する光を良好に透過することができる。

【0033】また、薄膜を形成する方法としては、水面展開膜(厚さ約100オングストローム程度の膜の積層膜)を形成する方法等を用いることができる。薄膜は、一対の基板でセルを組み立てる際に、スペーサで基板に押し付けられることにより、2つ以上の領域を形成することになる。すなわち一対の基板のそれぞれ対向する表面にスペーサを設け、前記薄膜を挿入してそれぞれの基板を対向配置させる。こうすることで、前記薄膜はそれぞれの基板に形成されたスペーサにより押し付けられ、セル厚方向に領域を分離することになる。この場合、各領域の間隔(液晶層の厚さ)の合計が基板間隔Dとなる。例えば、薄膜により2つの領域に区画される場合、それぞれの領域の間隔(液晶層の厚さ)をD1、D2とすると、薄膜の厚さが薄いため、D1+D2=D(一定値)となる。このため、明確な領域毎の区切りを示さず

に、画質を均質に保つことができる。なお、これらの2つ以上の領域は、右円偏光を選択反射する液晶材料を含む領域と、左円偏光を選択反射する液晶材料を含む領域とで構成されることになる。

【0034】本発明においては、従来の液晶表示素子の製造方法とは異なり、一対の基板の両方の基板上にスペーサを散布してセルを組み立てる。これは、スペーサが基板間隔を一定に保つことを目的とする他に、2つ以上の領域に区画する薄膜を支持し、独立した液晶材料を保持するための空間を自発的に形成させることも目的とするからである。

【0035】次に、本発明の液晶表示素子の構造について具体的に説明する。まず、本発明の第1の実施形態を図1に示す。この液晶表示素子は、第1のセル1と、第2のセル2と、第1のセル1と第2のセル2との間に介在された分離部材3とから主に構成される。

【0036】第1のセル1は、一対の透明基板11、12上にそれぞれITO、Al等の導体材料や、半導体材料等からなる電極層13、14を形成し、電極層13、14上に配向膜15、16を形成し、必要に応じてそれぞれの配向膜15、16に所定の配向処理を施した後、少なくとも一方の配向膜上にスペーサボール17を散布し、配向膜15、16が互いに対面するようにして、透明基板11、12を対向させて配置し、透明基板11、12間に捻れ構造が右巻き(右円偏光を選択反射)である液晶材料18を注入することにより作製される。

【0037】また、第2のセル2は、一対の透明基板21、22上にそれぞれITO、Al等の導体材料や、半導体材料等からなる電極層23、24を形成し、電極層23、24上に配向膜25、26を形成し、それぞれの配向膜25、26に所定の配向処理を施した後に、少なくとも一方の配向膜上にスペーサボール27を密度約100個/mm²以下で散布し、配向膜25、26が互いに対面するようにして、透明基板21、22を対向させて配置し、透明基板21、22間に捻れ構造が左巻き(左円偏光を選択反射)である液晶材料28を注入することにより作製される。

【0038】なお、第1および第2のセル1、2において、配向膜15、16、25、26を形成する際に、配向膜材料を用いて柱状のスペーサを形成してもよい。また、配向膜材料としては、通常使用されているポリイミド、ポリアミク酸、界面活性剤等を用いることができる。また、スペーサボールや柱状のスペーサの形成密度は約100個/mm²以下とすることが好ましい。

【0039】分離部材3としては、旋光性を有しないガラス層や、屈折率整合油(マッチングオイル)を透明基板ではさんだ層等を用いることができる。特に、屈折率整合油からなる層は、この層を挟む透明基板12、21間の反射等を防止するので好ましい。上記構成を有する

液晶表示素子においては、第1のセル1の電極層13、14および第2のセル2の電極層23、24にそれぞれ電圧を印加するようになっている。また、この液晶表示素子においては、第1のセル1に右捻りの液晶材料が注入されているので、入射光のうち左円偏光の成分を通し、右円偏光の成分を反射する。第2のセル2には、左捻りの液晶材料が注入されているので、入射光のうち右円偏光の成分を通し、左円偏光の成分を反射する。したがって、第1のセル1を透過した左円偏光の成分は、第2のセル2において反射される。これにより、反射率、反射輝度、コントラストを向上させることができる。またそれぞれの層の選択反射する光の波長の中心波長 $\Delta\lambda$ を30nmよりも長く100nm短く制御することで反射波長幅を広くし、白っぽくすることができる。

【0040】次に、本発明の第2の実施形態を図2に示す。この液晶表示素子は、第1のセル1と、第2のセル2と、第1のセル1と第2のセル2との間に介在された分離部材4とから主に構成される。

【0041】第1および第2のセル1、2の構成は、図1に示すものと同じである。ただし、液晶材料は、第1および第2のセル1、2とも、捻れ構造が右巻き（右円偏光を選択反射）である液晶材料18を注入してある。なお、液晶材料は、第1および第2のセル1、2ともに、捻れ構造が左巻き（左円偏光を選択反射）である液晶材料28を注入しても良い。

【0042】分離部材4としては、旋光性を有する光学補償素子を用いることができる。この光学補償素子は、第1のセル1を透過した成分の円偏光状態を変更して第2のセル2で反射可能な円偏光状態とするものである。上記構成を有する液晶表示素子においても、第1のセル1の電極層13、14および第2のセル2の電極層23、24にそれぞれ電圧を印加するようになっている。また、この液晶表示素子においては、第1および第2のセル1に右捻れの液晶材料が注入されているので、入射光のうち左円偏光の成分を通し、右円偏光の成分を反射する。第1のセル1を透過した左円偏光の成分は、分離部材4において右円偏光に変換される。この右円偏光の成分が、第2のセル2において反射される。これにより、反射率、反射輝度、コントラストを向上させることができる。また反射する光の波長を第1の実施例と同様に、 $30\text{nm} < \Delta\lambda < 100\text{nm}$ に制御することで反射波長幅を広くし、白っぽく設定することができる。

【0043】この場合異なる捻れ方向を有するカイラルネマチック液晶を積層して用いる場合と比較して、同じ捻れ方向を有する液晶材料を用いているので、液晶材料を同時に注入できプロセスの簡素化を図れる。またセルピッチ調整などを容易に行うこともできる。次に、本発明の別の液晶表示素子の構造について具体的に説明する。まず、本発明の実施形態を図3に示す。この液晶表示素子は、一対の透明基板11、12上にそれぞれIT

O、A1等の導体材料や、半導体材料等からなる電極層13、14を形成し、電極層13、14上に配向膜15、16を形成する。次にそれぞれの配向膜15、16に必要な応じて所定の配向処理を施した後に、両方の透明基板11、12の配向膜上にスペーサボール17を散布する。次に透明基板11、12の間に薄膜31を挟み込み、配向膜15、16が互いに対面するようにして、透明基板11、12を対向させて配置して、第1および第2の領域32、33を形成する。第1の領域32に捻れ構造が右巻き（右円偏光を選択反射）である液晶材料18を注入し、第2の領域33に捻れ構造が左巻き（左円偏光を選択反射）である液晶材料28を注入することにより作製される。なお、配向膜15、16を形成する際に、配向膜材料を用いて柱状のスペーサを形成してもよい。また、配向膜材料としては、通常使用されているポリイミド、ポリアミク酸、界面活性剤等を用いることができる。また、スペーサボールや柱状のスペーサの形成密度は約50個/mm²以下とすることが好ましい。

【0044】上記構成を有する液晶表示素子においては、電極層13、14に電圧を印加するようになっている。また、この液晶表示素子においては、第1の領域32には、右捻りの液晶材料18が注入されており、第2の領域33には、左捻りの液晶材料28が注入されている。したがって、第1の領域32においては、入射光のうち左円偏光の成分を通し、右円偏光の成分を反射する。また、第2の領域においては、入射光のうち右円偏光の成分を通し、左円偏光の成分を反射する。このため、第1の領域32を透過した左円偏光の成分は、第2の領域33において反射される。これにより、反射率、反射輝度、コントラストを向上させることができる。また第1の領域32と第2の領域33は、液晶分子を浸透させないもしくは透過させない材料からなる薄膜31により区画されているので、右捻りの液晶材料18と左捻りの液晶材料28とは混合されない。また、電圧の大きさを調節することにより、捻れピッチが変わり、選択反射する光の波長を制御することができ、反射波長幅を広く設定することができる。次に、本発明の別の実施形態を図4に示す。この液晶表示素子は、一対の透明基板11、12上にそれぞれITO、A1等の導体材料や、半導体材料等からなる電極層13、14を形成する。次に電極層13、14上に配向膜15、16を形成し、それぞれの配向膜15、16に必要な応じて所定の配向処理を施した後に、透明基板11、12の間に薄膜31を挟み込む。次に配向膜15、16が互いに対面するようにして、透明基板11、12を対向させて配置して、第1および第2の領域32、33を形成する。次に第1の領域32に捻れ構造が右巻き（右円偏光を反射）である液晶材料18を注入し、第2の領域33に捻れ構造が左巻き（左円偏光を反射）である液晶材料28を注入することにより作製される。この場合、配向膜15、16を形

成する際に、スペーサ柱 34 を形成する。また、配向膜材料としては、通常使用されているポリイミド、ポリアミク酸、界面活性剤等を用いることができる。また、スペーサ柱の形成密度は約 100 個/mm² 以下とすることが好ましい。

【0045】上記構成を有する液晶表示素子は、電極層 13、14 に電圧を印加するようになっている。またこの液晶表示素子は、第 1 の領域 32 に右巻きの液晶材料 18 が注入され、第 2 の領域 33 に左巻きの液晶材料 28 が注入されている。しかし第 1 の領域 32 と第 2 の領域 33 は、液晶分子を浸透させないもしくは透過させない材料からなる薄膜 31 により区画されているので、右巻きの液晶材料 18 と左巻きの液晶材料 28 とは混合されない。

【0046】この液晶表示素子は、第 1 の領域 32 で、入射光のうち左円偏光の成分を通し、右円偏光の成分を反射する。また、第 2 の領域では、入射光のうち右円偏光の成分を通し、左円偏光の成分を反射する。第 1 の領域 32 を透過した左円偏光の成分は、第 2 の領域 33 において反射される。これにより、反射率、反射輝度、コントラストを向上させることができる。また、これにより反射する光の波長を制御することができ、反射波長幅を広く設定することができる。

【0047】図 5 に本発明の別の実施例にかかる反射型液晶表示装置の断面図を示す。下側基板 102 上に、画素電極 106 が形成され、この画素電極 106 はスイッチング素子である TFT 105 と接続されている。これら画素電極 106 と TFT 105 は黒色の光吸収体 110 により全面が覆われており、上面から入射される光はこの部分で完全に吸収される。

【0048】この下側基板 106 上には第 1 の液晶層 117 と第 2 の液晶層 118 がこの順に形成されており、この上にはコモン電極（対向電極）104 が形成された上側基板 101 が設けられている。

【0049】第 1 の液晶層 117 と第 2 の液晶層 118 との間には、これら第 1 の液晶層 117 と第 2 の液晶層 118 とを分離する分離部材 103 が設けられている。この分離部材 103 は、それぞれ第 1 の液晶層 117 と第 2 の液晶層に対向する面に、第 1 の電極 109 と第 2 の電極 108 が形成されている。この第 1 の電極 109 と第 2 の電極 108 とは、分離部材 103 に設けられたスルーホール 107 により電気的に接続されている。

【0050】下側基板 102、上側基板 101、分離部材 103 のそれぞれ第 1、第 2 の液晶層 117、118 に対向する面には、液晶分子吸着を安定化するために、ポリイミド膜 114、111、112、113 を均一に覆ってもよく、使用目的によっては配向処理を施しても良い。

【0051】配向膜を形成する場合、この配向膜の材料と同じ材料を用いてセル間隔を一定に保つために、柱状

のスペーサーを形成すると更に好ましい。また樹脂製スペーサーボールを散布により基板面に分散してもよい。ただしスペーサーボール密度は、100 個/mm² 以下であることが好ましい。

【0052】これら第 1 及び第 2 の液晶層 117、118 には、それぞれ液晶分子間の捻れ構造が左巻きの材料 116 と右巻きの材料 117 が挟持されており、それぞれの反射光の中心波長がづれて光を反射散乱する。

【0053】また、この場合第 1 の液晶層と第 2 の液晶層 117、118 間に存在する分離層 103 は光学的に旋光性を示さないガラス等の材料が好ましいが、高分子フィルムでもよい。

【0054】また第 1 及び第 2 の液晶層 117、118 に、共に同じ向きの円偏光を反射する液晶材料を用いる場合、少なくとも第 1 の液晶層 117 と第 2 の液晶層 118 との間に、分離部材として光の旋光方向を逆向きに変換する光学フィルターを設ける。

【0055】このようにすることによって、左右両方向に円偏光をもつ光をも、選択反射することが可能となり光の利用効率を向上させることが可能となる。本発明では、これら第 1 の液晶層 117 及び第 2 の液晶層 118 に分離部材 103 を設け、さらに第 1、第 2 の液晶層に対する面に電極 109、110 を設けて、それぞれをスルーホール 107 によって接続している。このようにすることで画素電極 106 と対向電極 104 間に電圧を印加する場合、分離部材 103 の部分での、電圧降下を無視できるので、消費電力を少なくすることが可能となる。また本発明は、分離部材 103 を図 6 に示すように異方性導電膜で形成することができる。ここで図 5 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明を省略する。このように分離部材 103 として異方性導電膜を用いると、特に図 5 に示すような電極 109、108 を設けなくともよいが、異方性導電膜を用いる場合でも、これら電極 109、108 を用いる方が電圧が均等にかかる上で、好ましい。

【0056】さらに図 6 において、画素電極 106 はコンタクトホールを介して配向膜 114 上にも形成されている。このようにすることで画素電極は TFT 105 上にも形成できるので、液晶の駆動領域を広くとることが可能となる。

【0057】分離部材 103 に用いる異方性導電膜としては、導電性高分子などを用いると効果的である。例えば、ポリシラン、ポリ銅フタロシアニン、ポリビニルカルバゾール／トリニトロフルオレノン、ポリアセチレン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン、ポリアリーレンビニレンなどが用いられる。特にポリシランやポリアリーレンビニレンなどは、局所的に紫外光を露光することや、YAG レーザーなどによる局所的な加熱により、導電性と絶縁性の 2 つの状態をとりうるため異方性導電特性をフィルム状態で付与させるには適して

いる。

【0058】また、導電特性の改善には、ポリシラン膜などの有機薄膜に局所的に紫外線を露光するなどしてポリシロキサン化した後にITOなどの導電性半導体をドープする技術を用いることなどにより、積極的に特性改善を試みることも可能である。

【0059】これら異方性導電膜の存在により、第1の液晶層と第2の液晶層からなる容量成分は電氣的にほぼ直列接続されたコンデンサーと考えることができ、中間層による大幅な電圧降下を回避することが可能となる。

【0060】本発明は、第1の液晶層117及び第2の液晶層118に用いられる液晶材料は、ネマチック液晶とコレステリック液晶を含むカイラル物質との混合液晶材料であり、この液晶の捻れ構造により350nm～650nmの波長の光を反射することを特徴とする。このようにすることで、可視光領域を選択的に反射する。

【0061】また液晶材料としては、コレステリック液晶とネマチック液晶の混合物であるカイラルネマチック液晶を主に用いることができる。液晶分子配列の安定化をはかるために、これらカイラルネマチック液晶にパーフルオロアルキル化合物系の材料を1%～3%混合した複合液晶材料（特願平7-341185）を用いることも効果的である。

【0062】第1の液晶層117と第2の液晶層118とで、異なる方向の円偏光を反射する液晶材料を用いた場合、分離部材103は旋光性を示さないものが好ましい。また第1の液晶層117と第2の液晶層118が選択反射する光の波長プロファイルは、これらの領域間での選択反射の中心波長を30nm～100nm程度異ならせることで、幅広い領域で反射でき白っぽい表示が可能となる。

【0063】一方、第1の液晶層117と第2の液晶層118に、同じ方向の円偏光を選択反射する液晶材料を設ける場合、分離部材103は旋光性を示す材料で形成することが好ましい。特にこの場合には、第1の液晶層117の選択反射する光の中心波長 $\lambda_1 = n_1 \cdot p_1$ （ n_1 は第1の液晶層117の平均屈折率、 p_1 は第1の液晶層117の液晶材料の捻れピッチ）と、これにともなう反射波長幅 $\Delta\lambda_1 = \Delta n_1 \cdot p_1$ （ Δn_1 は第1の液晶層117の液晶材料の屈折率異方性）における光の常光成分と異常光成分の位相差を半波長だけずらすことが可能な光学素子であることが好ましい。

【0064】また液晶層を構成する空間（セルギャップ）を一定間隔に保つスペーサー材料としては、従来用いられている樹脂ボールを基板面に散布したものを用いることもできるが、好ましくは基板間に特定間隔に形成された柱状の絶縁体が良い。

【0065】（実施例）以下、本発明の実施形態を図面を参照して具体的に説明する。

（実施例1）厚さ0.7mmの2枚のガラス基板上にI

TOをスパッタリングして厚さ400オングストロームの透明電極を形成した。次いで、それぞれの透明電極上にポリイミド（日本合成ゴム社製、商品名オプトマーAL-3046）をスピンナーを用いて塗布し、硬化させて、厚さ70nmの配向膜を形成した。また、ガラス基板の貼り合わせ部分には、常法によりエポキシ樹脂接着剤を付与した。

【0066】次いで、配向膜上に直径1.5μmの樹脂製のスパーボールを密度100個/mm²以下になるように散布し、配向膜が対面するようにして2枚のガラス基板のエポキシ樹脂接着剤部分を当接させて固定することにより組み合わせてセルを作製した。このようにして第1および第2のセルを作製した。

【0067】次いで、ネマチック液晶材料（メルク社製、商品名E-48）を59重量%と、カイラル物質（メルク社製、商品名CB-15）を41重量%とを混合して、右円偏光を選択反射する第1の液晶材料を作製した。また、ネマチック液晶材料E-48を65重量%と、カイラル物質（メルク社製、商品名S-811）を35重量%とを混合して、左円偏光を選択反射する第2の液晶材料を作製した。

【0068】次いで、第1および第2のセルに第1および第2の液晶材料を常法によりそれぞれ注入した。最後に、第1のセルと第2のセルの間にガラスとほぼ同じ屈折率を有するマッチングオイルを充填して分離部材3を形成して、空気層（第1のセルと第2のセルとの間に形成される層）によるガラス界面の光反射を軽減させた。このようにして、図1に示す構成を有する本発明にかかる液晶表示素子を作製した。

【0069】この液晶表示素子について、反射率およびコントラストを調べた。その結果を下記第1表に示す。なお、反射率およびコントラストは、ハロゲン光源からの光をセル前面から入射させ、素子法線方向上に設置した輝度計（トプコン社製、商品名BM-7）により測定した。この時の駆動に必要な電圧は約20Vであった。

【0070】（実施例2）実施例1と同様にして第1および第2のセルを作製した。次いで、ネマチック液晶材料E-48を59重量%と、カイラル物質CB-15を41重量%とを混合して、右円偏光を選択反射する第1の液晶材料を作製した。また、ネマチック液晶材料E-48を61重量%と、カイラル物質CB-15を39重量%とを混合して、右円偏光を選択反射する第2の液晶材料を作製した。

【0071】次いで、第1および第2のセルに第1および第2の液晶材料を常法によりそれぞれ注入した。最後に、第1のセルと第2のセルの間に、下の方の第2の液晶材料の選択反射中心波長（570nm）およびそれに伴う波長域の光の常光成分と異常光成分との間の位相差をほぼ半波長 $\lambda/2$ ずらすことができる光学補償素子を挟み込んだ。このようにして、図2に示す構成を有する

本発明の液晶表示素子を作製した。

【0072】この液晶表示素子について、実施例1と同様にして反射率およびコントラストを調べた。その結果を下記第1表に併記する。またこの時の駆動に必要な電圧は18Vであった。

【0073】（実施例3）厚さ0.7mmの2枚のガラス基板上にITOをスパッタリングして厚さ400オングストロームの透明電極を形成した。次いで、それぞれの透明電極上にポリイミド オプトマーAL-3046をスピナーを用いて塗布し、硬化させて、厚さ70nmの配向膜を形成した。また、ガラス基板の貼り合わせ部分には、常法によりエポキシ樹脂接着剤を付与した。

【0074】次いで、配向膜上に直径3μmの樹脂製のスペーサボールを密度50個/mm²以下になるように散布した。次いで、濃度10重量%のポリアミド酸溶液を水面に展開することにより膜厚1μmの薄膜を形成し、この薄膜を挟み込むようにして、配向膜が対面するようにして2枚のガラス基板のエポキシ樹脂接着剤部分を当接させて固定することにより組み合わせて第1および第2の領域を含むセルを作製した。

【0075】次いで、ネマチック液晶材料E-48を59重量%と、カイラル物質CB-15を41重量%とを混合して、右円偏光を選択反射する第1の液晶材料を作製した。また、ネマチック液晶材料E-48を65重量%と、カイラル物質S-811を35重量%とを混合して、左円偏光を選択反射する第2の液晶材料を作製した。

【0076】次いで、セルの第1および第2の領域に第1および第2の液晶材料を常法によりそれぞれ注入した。このようにして、図3に示す構成を有する本発明にかかる液晶表示素子を作製した。この液晶表示素子について、反射率およびコントラストを実施例1と同様にして調べた。その結果を下記第1表に併記する。

【0077】（実施例4）実施例3と同様にして透明電極を有する2枚のガラス基板を作製した。次いで、それぞれの透明電極上にポリイミド オプトマーAL-3046をスピナーを用いて塗布し、硬化させて、厚さ7*

*0nmの配向膜を形成した。さらに、その上に感光性ポリイミド（フジハント社製、商品名プロビミド412）をスピナーを用いて塗布し、硬化させて、厚さ1.5nmのレジスト膜を形成し、フォトマスクを用いて平行露光機により露光・現像を行い、所定の位置に高さ1.5μmのスペーサ柱を形成した。また、ガラス基板の貼り合わせ部分には、常法によりエポキシ樹脂接着剤を付与した。

【0078】次いで、濃度10重量%のポリアミド酸溶液を水面に展開することにより膜厚1μmの薄膜を形成し、この薄膜を挟み込むようにして、配向膜が対面するようにして2枚のガラス基板のエポキシ樹脂接着剤部分を当接させて固定することにより組み合わせて第1および第2の領域を含むセルを作製した。

【0079】次いで、ネマチック液晶材料E-48を59重量%と、カイラル物質CB-15を41重量%とを混合して、右円偏光を選択反射する第1の液晶材料を作製した。また、ネマチック液晶材料E-48を72重量%と、カイラル物質S-811を28重量%とを混合して、左円偏光を選択反射する第2の液晶材料を作製した。

【0080】次いで、セルの第1および第2の領域に第1および第2の液晶材料を常法によりそれぞれ注入した。このようにして、図4に示す構成を有する本発明にかかる液晶表示素子を作製した。この液晶表示素子について、反射率およびコントラストを実施例1と同様にして調べた。その結果を下記第1表に併記する。

【0081】（比較例）実施例1と同様にしてセルを作製し、セルに液晶材料を常法により注入した。この場合、液晶材料としては、E-48を60重量%、CB-15を40重量%で混合したものをを用いた。このようにして、従来の単層型の液晶表示素子を作製した。この液晶表示素子について、実施例1と同様にして反射率およびコントラストを調べた。その結果を下記表1に併記する。

【0082】

【表1】

	素子構造	反射率 (%)	コントラスト
実施例1	図1	65	55
実施例2	図2	60	55
実施例3	図3	60	55
実施例4	図4	65	55
比較例	単層型	37	30

【0083】第1表から分かるように、本発明の液晶表示素子（実施例1～4）は、反射率、コントラスト共に高いものであった。これに対して従来の液晶表示素子（比較例）は、反射率、コントラスト共に低いものであった。

【0084】（実施例5）図5に示すように、TFT1

05、画素電極106が形成され、全面に黒色光吸収膜110が形成されたガラス基板102の液晶材料と接する面に、配向膜114としてのポリイミド（オプトマーAL-3046:日本合成ゴム（株））を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0085】次に全面に共通電極104が形成された基

板101の液晶材料と接する面にも同様に、配向膜111としてポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0086】次に基板101、102を張り合わせるために、基板101、102の所定の位置にエボキシ接着剤を付与した。次に分離部材3として、ガラス基板に、所定位置にエッチング処理によってスルーホール107を形成し、スルーホール上にバンプを溶融充填して表裏における電気的な導通を取った後、両面にITOをスパッタ成膜しエッチングにより各電極108、109を形成した。

【0087】次に基板面に直径1.5μmの樹脂製のスペーサーボールを密度100個/mm²以下になるように散布し画素電極106、電極109、108が重なるように基板101、分離部材103、基板102を組み合わせた。

【0088】第1の液晶層117を形成する液晶材料は、ネマチック液晶材料E48(MERCK社製)59wt%、カイラル物質CB15(MERCK社製)41wt%を混合した液晶材料を用いた。また第2の液晶層118を形成する液晶材料は、ネマチック液晶E48(MERCK社製)72wt%、カイラル物質S811(MERCK社製)28wt%を混合した液晶材料を用いた。

【0089】このとき第1の液晶層117は、右円偏光を選択的に反射し、第2の液晶層118は左円偏光を選択的に反射した。この時の駆動に必要な電圧は20Vであった。

【0090】(実施例6)図5に示すように、TFT105、画素電極106が形成され、全面に黒色光吸収膜110が形成されたガラス基板102の液晶材料と接する面に、配向膜114としてのポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0091】次に全面に共通電極104が形成された基板101の液晶材料と接する面にも同様に、配向膜111としてポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0092】次に基板101、102を張り合わせるために、基板101、102の所定の位置にエボキシ接着剤を付与した。次に分離部材103として、樹脂基板に、所定位置にエッチング処理によってスルーホール107を形成し、スルーホール上にバンプを溶融充填して表裏における電気的な導通を取った後、両面にITOをスパッタ成膜しエッチングにより各電極108、109を形成した。この時この分離部材103を第2の液晶層118の選択反射中心波長:570nmと、これに伴う波長域の光の常光成分と異常光成分の位相をほぼλ/2

ずらすことのできる樹脂基板を用いた。この場合この分離部材103を通る光は右円偏光を左円偏光に、左円偏光を右円偏光に変換する。

【0093】次に基板面に直径1.5μmの樹脂製のスペーサーボールを密度100個/mm²以下になるように散布し画素電極106、電極109、108が重なるように基板101、分離部材103、基板102を組み合わせた。

【0094】第1の液晶層117を形成する液晶材料は、ネマチック液晶材料E48(MERCK社製)59wt%、カイラル物質CB15(MERCK社製)41wt%を混合した液晶材料を用いた。また第2の液晶層118を形成する液晶材料は、ネマチック液晶E48(MERCK社製)61wt%、カイラル物質CB15(MERCK社製)39wt%を混合した液晶材料を用いた。

【0095】このとき第1の液晶層117は、右円偏光を選択的に反射し、第2の液晶層118は、分離層に形成された位相補償により左円偏光が補償された右円偏光を選択的に反射した。またこの時に駆動に必要な電圧は18Vであった。

【0096】以上作成した実施例5、6の液晶表示素子の表示特性を表2に示す。比較のために、独立した多層構造を持たない単層構造の表示素子の表示特性を同時に示す。

【0097】

【表2】

表示素子	反射率	コントラスト
実施例5	65%	55
実施例6	60%	55
比較例	37%	30

【0098】(実施例7)図6に示すように、TFT105、画素電極106、全面に黒色光吸収膜110が形成されたガラス基板102の液晶材料と接する面に、感光性ポリイミド(ワトマ-AL-412:フジハント社製)を厚さ2μmに成膜した。

【0099】次に、この基板をブリベークした後、平行露光機(Nikon:PLA-501)により、フォトマスクを介して露光を行い、現像、リンス工程を行ってスペーサーの柱を形成した。

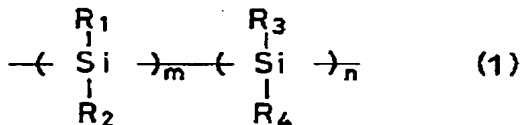
【0100】次に、この基板上に配向膜114として、感光性ポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。次に、全面に共通電極104が形成された基板101の液晶材料と接する面にも同様に、配向膜111としてポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0101】次に基板101、102を張り合わせるた

めに、基板101、102の所定の位置にエボキシ接着剤を付与した。次に分離部材103として、異方性導電特性を有する薄膜を作成する。ここでは、以下に示すポリシラン膜を用いて形成した。

【0102】

【化1】



【0103】式中R1、R2、R3、R4はH置換もしくは無置換の脂肪族炭化水素残基、脂環式炭化水素残基、および芳香族炭化水素残基からなる群から、それぞれ独立して選択される基であり、n、mは整数である。

【0104】このポリシランを有機溶媒に溶解し、スピコート法を用いて適切な基板上に厚さ20μmで塗布した。溶媒としては、エタノールを用いた。次に、このようにして形成したポリシラン膜の表面にゾルゲル法によって透明導電膜(ITO)を厚さ100nmで形成した。続いて、フォトマスクを用いて、間隔5μmで、5μm×5μm角のパターンをポリシラン膜上に施した。

【0105】この時、ポリシラン膜に照射する紫外線の照射量は、1~10J/cm²程度とすることが好ましい。この処理によって露光された部分が、多孔質のポリシロキサンへ変化する。

【0106】露光後、80~120℃でアニールを行うことにより多孔質ポリシロキサン部にITOがドーブされる。次に表面に残るITOをエッチング処理により除去することにより異方性導電膜を形成することができる。この時の異方性導電膜の膜厚方向と膜面方向の抵抗値の差は10⁶程度であった。

【0107】次に基板101、前記工程で作成した異方性導電膜からなる分離部材103、基板102を組み合わせセルを作成した。第1の液晶層117を形成する液晶材料は、ネマチック液晶材料E48(MERCK社製)59wt%、カイラル物質CB15(MERCK社製)41wt%を混合した液晶材料を用いた。また第2の液晶層118を形成する液晶材料は、ネマチック液晶E48(MERCK社製)72wt%、カイラル物質S-811(MERCK社製)28wt%を混合した液晶材料を用いた。

【0108】このとき第1の液晶層117は、右円偏光を選択的に反射し、第2の液晶層118は左円偏光を選択的に反射した。またこの時の駆動に必要な電圧は約30Vであった。

【0109】(実施例8)図6に示すように、TFT105、画素電極106、全面に黒色光吸収膜110が形成されたガラス基板102の液晶材料と接する面に、感光性ポリイミド(フピマ412:フジハント社製)を厚

さ1.5μmに成膜した。

【0110】次に、この基板をプリベークした後、平行露光機(Nikon:PLA-501)により、フォトマスクを介して露光を行い、現像、リンス工程を行ってスペーサーの柱を形成した。

【0111】次に、この基板の上に配向膜114として、ポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。次に、全面に共通電極104が形成された基板101の液晶材料と接する面にも同様に、配向膜111としてポリイミド(ワトマ-AL-3046:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さにスピナーによりキャストした。

【0112】次に基板101、102を張り合わせるために、基板101、102の所定の位置にエボキシ接着剤を付与した。次に分離部材103として、異方性導電特性を有する薄膜を作成する。ここでは、(1)式で示すポリシラン膜を用いて形成した。このポリシランを有機溶媒に溶解し、LB法を用いて適切な水面上にて配向性を持つ単分子膜の積層薄膜を厚さ20μmで形成し適切な基板上に展開した。溶媒としては、エタノールを用いた。

【0113】次に、このようにして形成したポリシラン膜の表面にゾルゲル法によって透明導電膜(ITO)を厚さ100nmで形成した。続いて、フォトマスクを用いて、間隔5μmで、5μm×5μm角のパターンをポリシラン膜上に施した。

【0114】この時、ポリシラン膜に照射する紫外線の照射量は、1~10J/cm²程度とすることが好ましい。この処理によって露光された部分が、多孔質のポリシロキサンへ変化する。

【0115】この位相差板の作用により、第1の露光後、80℃~120℃でアニールを行うことにより多孔質ポリシロキサン部にITOがドーブされる。次に表面に残るITOをエッチング処理により除去することにより異方性導電膜を形成した。

【0116】この時の異方性導電膜の膜厚方向と膜面方向の抵抗値の差は10⁶程度であった。次に基板101、前記工程で作成した異方性導電膜からなる分離部材103、基板102を組み合わせセルを作成した。

【0117】第1の液晶層117を形成する液晶材料は、ネマチック液晶材料E48(MERCK社製)59wt%、カイラル物質CB15(MERCK社製)41wt%を混合した液晶材料を用いた。また第2の液晶層118を形成する液晶材料は、ネマチック液晶E48(MERCK社製)72wt%、カイラル物質S-811(MERCK社製)28wt%を混合した液晶材料を用いた。

【0118】以上作成した実施例7、8の液晶表示素子の表示特性を表2に示す。比較のために、独立した多層構造を持たない単層構造の表示素子の表示特性を同時に

示した。またこの時の駆動に必要な電圧は3.2Vであった。

【0119】

【表3】

表示素子	反射率	コントラスト
実施例7	65%	55
実施例8	60%	55
比較例	37%	30

【0120】ここで図5に示すように、第1の液晶層117のうち、電極109が形成されていない領域、例えばTFT105上の領域が存在すると、第1の液晶層117のこの部分に存在する液晶分子は、電界印加時においても向きを変えることがなく、光の制御ができない問題がある。このような部分が存在しては、表示特性上好ましくない。

【0121】そこで図7に示すように、電極108、109が形成されない部分に、黒色絶縁層パターン119を形成し、この部分を光学的に隠しておくことが好ましい。このパターンは下側の電極109間に形成してもよい。

【0122】ここで、黒色絶縁層パターン119を形成するためには、隣接した電極108の間を完全に被覆し、かつ合わせ余裕を確保するために、電極108と黒色絶縁層パターン119との間に片側数ミクロン幅のオーバーラップ部分を設ける必要がある。このオーバーラップ部分は画素面積を減少させるために極力なくす方がよい。好ましくはこのオーバーラップがなく電極間にきっちり黒色絶縁層パターン119が形成される方がよい。

【0123】そこで以下に、この黒色絶縁層パターン119を、電極108間に自己整合的にきっちりと形成する方法について述べる。図8～図16は上述した黒色絶縁層パターン119を自己整合的に形成する方法の、各工程での中間層103の断面図である。

【0124】まず、導電物質で満たされたコンタクトホール107を有するガラスからなる絶縁透明基板103を用意し、この基板103上にCVD法あるいはスピコート法等を用いて黒色絶縁層を被着させ、パターニングを行って黒色絶縁層パターン119を形成する(図8)。

【0125】次に黒色絶縁層パターン119の形成された側の基板103上にポジ型フォトリソist膜20を塗布し、裏面より露光を行う(図9)。次に、露光を行った基板103に対して、現像を行うことにより、黒色絶縁層パターン119上にのみフォトリソist膜120を残す(図10)。

【0126】次に、スパッタリング法等により、100nm厚程度の透明電導物質108を例えばITO膜にて

被着させる(図11)。次に、この状態でフォトリソist膜120のパターンを溶解させて除去することにより、フォトリソist膜120上のITO膜108を同時に除去させて、黒色絶縁層パターン119と電極108とが、自己整合的に形成される(図12)。

【0127】次に、この基板103の黒色絶縁層パターン119の形成された側とは反対側の面に、ポジ型フォトリソist膜121を塗布し、表面より露光を行う(図13)。

10 【0128】次に、この基板を現像を行ってフォトリソist膜121のパターンを作成する(図14)。次に、続いてスパッタリング法等により、100nm厚程度の電極となる透明電導物質109を例えばITO膜にて形成する(図15)。

【0129】次に、この状態でフォトリソist膜121のパターンを溶解除去することにより、フォトリソist膜121上の透明電導物質109も同時に除去されて、黒色絶縁層パターン119と電極109とを自己整合的に形成できる(図16)。

20 【0130】このように絶縁透明基板103の上面と下面に透明電導物質よりなる中間電極108、109と黒色絶縁層パターン119とを整合して形成することが可能となる。このとき導電物質で満たされたコンタクトホール107により中間電極108、109は共に電気的に接続されている。なお図8～図10に示すように、黒色絶縁層パターン119をマスクとしてフォトリソist膜パターン120を形成しているが、別の方法で形成してもよい。図17、図18にその例を示す。先ず絶縁透明基板103上に黒色絶縁層119を被着させた後、フォトリソist膜120を塗布する(図17)。次に、通常のPEP法を用いてフォトリソist膜120をパターニングする。このフォトリソist膜120のパターンをマスクとして、黒色絶縁膜119をパターニングする(図18)。この後の工程は、前述と同様に行えばよい。

【0131】前述した分離部材の形成方法では、絶縁透明基板103の上面、および下面に形成される透明電極層パターン8、9のうち、黒色絶縁層パターン119の作成された側の透明電極層パターンを先に作成しているが、これに限らず、黒色絶縁層パターン119の作成された側と反対側の透明電極層パターンから先に作成しても同様の構造が得られることはいうまでもない。

【0132】このように上記方法を用いると、絶縁透明基板の上面と下面に透明電導物質よりなる電極を有する分離部材を、電極間に黒色絶縁層パターンを完全に自己整合的に形成できる。

【0133】以上説明したように、第1の液晶層および第2の液晶層間にスルーホールを設けた分離部材を設けることによって、分離部材の両面に形成された電極間を電気的に接続でき、電圧降下を伴うことがなくなる。ま

たこの分離部材を異方性導電膜で形成することによって同様の効果を得ることができる。

【0134】

【発明の効果】本発明は、高い反射率を有する反射型液晶表示素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の反射型液晶表示素子の断面図。

【図2】本発明の反射型液晶表示素子の断面図。

【図3】本発明の反射型液晶表示素子の断面図。

【図4】本発明の反射型液晶表示素子の断面図。

【図5】本発明の反射型液晶表示素子の断面図

【図6】本発明の反射型液晶表示素子の断面図

【図7】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図8】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図9】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図10】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図11】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図12】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図13】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

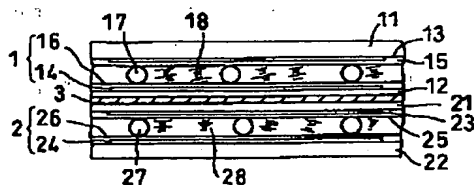
【図14】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図15】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

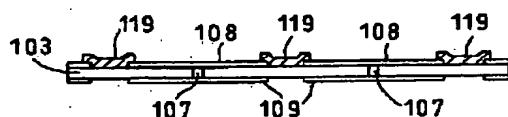
【図16】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図17】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図1】



【図7】



【図18】本発明の反射型液晶表示素子に用いられる分離部材の形成工程を説明するための各工程での断面図

【図19】本発明の反射型液晶表示素子の上層と下層の選択反射中心波長の関係を示した図

【符号の説明】

1・・・第1のセル

2・・・第2のセル

3・・・旋光性を有しない分離部材

4・・・旋光性を有する分離部材

10 11、12、21、22・・・透明基板

13、14、23、24・・・電極層

15、16、25、26・・・配向膜

17、27・・・スペーサボール

18、28・・・液晶材料

31・・・薄膜

32・・・第1の領域

33・・・第2の領域

34・・・スペーサ柱

101・・・基板

20 102・・・基板

103・・・分離部材

104・・・コモン電極

105・・・TFT

106・・・画素電極

107・・・スルーホール

108・・・分離部材の上側電極

109・・・分離部材の下側電極

110・・・黒色吸収層

111、112、113、114・・・配向膜

30 115、116・・・液晶材料

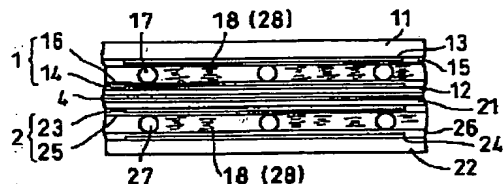
117・・・第1の液晶層

118・・・第2の液晶層

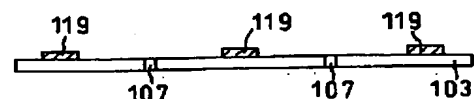
119・・・黒色絶縁膜

120、121・・・フォトリソ

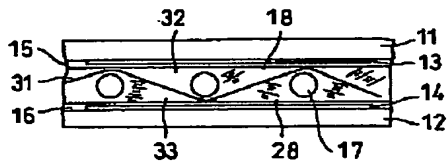
【図2】



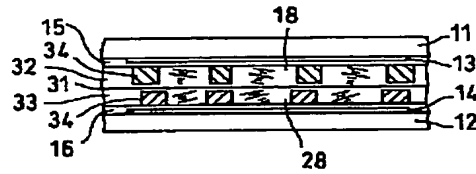
【図8】



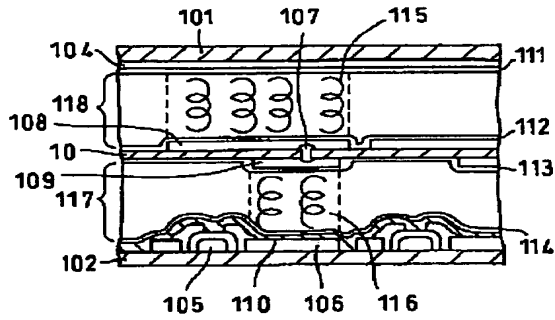
【図3】



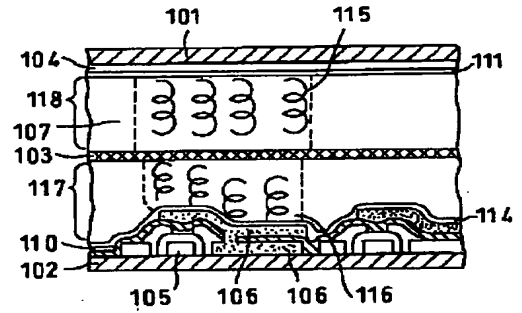
【図4】



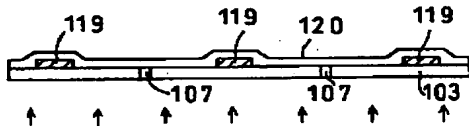
【図5】



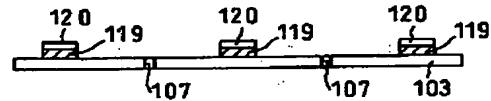
【図6】



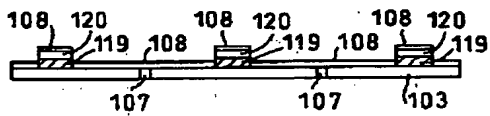
【図9】



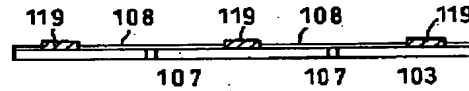
【図10】



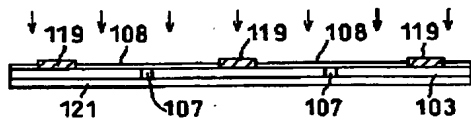
【図11】



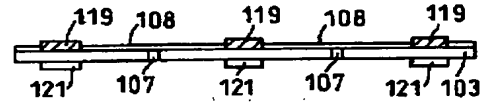
【図12】



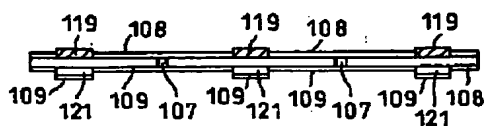
【図13】



【図14】



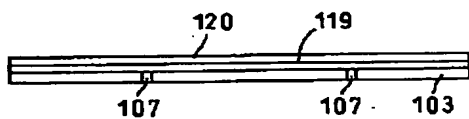
【図15】



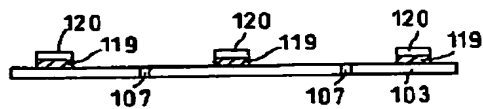
【図16】



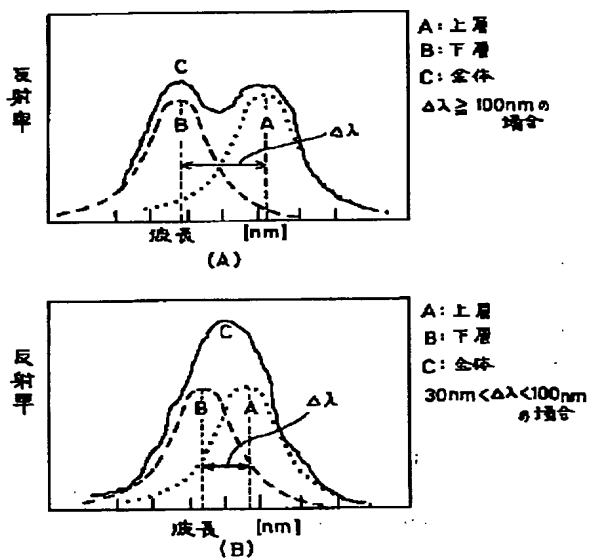
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 森 三樹
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 水谷 嘉久
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内
(72)発明者 清水 征三郎
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内